

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

风力发电机组 智能润滑系统技术要求

Technical requirements for intelligent lubrication systems of wind turbines

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 2

5 技术要求 4

6 安全防护 4

7 试验方法 5

8 检验规则 7

9 标志、包装、运输和贮存 8

参 考 文 献 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国西部开发促进会标准与认证工作委员会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

风力发电机组 智能润滑系统技术要求

1 范围

本文件规定了风力发电机组智能润滑系统的一般要求、安全防护、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于以润滑脂为介质的风力发电机组智能润滑系统（以下简称“智能润滑系统”）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.10—2019 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法试验Fc：振动（正弦）

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14039 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗度试验

GB/T 17626.4—2018 电磁兼容试验和测量技术电冲群抗试验

GB/T 17626.5—2019 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 18759.1—2002 机械电气设备 开放式数控系统 第1部分：总则

GB/T 19052 声学 机器和设备发射的噪声 噪声测试规范起草和表述的准则

GB/T 29309 电工电子产品加速应力试验规程 高加速寿命试验导则

GB/T 29543 低温型风力发电机组

GB/T 30790.6—2014 色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀防护 第6部分：实验室性能测试方法

GB/T 38276—2019 润滑系统 术语和图形符号

QC/T 696—2018 汽车底盘集中润滑供油系统

3 术语和定义

GB/T 38276、QC/T 696—2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能润滑系统 intelligent lubrication system

基于轴承及润滑脂状态的实时监测与评估，按需对轴承补充新润滑脂并主动排出旧润滑脂，实现轴承润滑闭环控制的系统。

3.2

公称流量 nominal flow

为了便于标识并表示其所属系列而指派给系统的流量。

[来源：GB/T 38276—2019，3.1.16]

注：润滑泵或润滑系统出口单位时间内排出的润滑脂体积。

3.3

润滑泵 lubrication pump

依靠密闭工作容积的变化，实现输送润滑脂的泵。

[来源：GB/T 38276—2019，3.4.1，有修改]

注：润滑泵由电机、泵、油箱、辅助元件（如安全阀、溢流阀、卸荷阀、换向阀等）等组成。

3.4

最大工作压力 maximum operation pressure

设计规定的润滑泵中安全阀的限制压力。

3.5

润滑泵公称容积 nominal volume of lubrication pump

润滑泵油箱低液位线至高液位线之间的容积。

3.6

递进式润滑系统 progressive lubrication system

由分配器按递进的顺序将定量的润滑脂送至各润滑点的润滑系统。

[来源：GB/T 38276—2019，3.2.7，有修改]

3.7

单线式润滑系统 single-line lubrication system

润滑脂通过一条主管路送至分配器，然后由分配器送往各润滑点的润滑系统。

[来源：GB/T 38276—2019，3.2.4，有修改]

3.8

齿面润滑单元 gear tooth surface lubrication unit

给变桨轴承齿面、偏航轴承齿面输送润滑剂的润滑单元。

齿面润滑单元有润滑齿轮、齿面分油器等型式。

3.9

润滑齿轮 lubrication pinion

通过与驱动齿轮啮合，将润滑脂送至驱动齿轮的齿面上，间接实现对驱动齿轮与轴承齿圈啮合部位润滑的装置。

3.10

主动式旧脂收集系统 active used grease collection system

依靠外部动力将轴承内的旧润滑脂抽出并排入旧脂收集容器的系统。

3.11

旧脂收集容器 used grease collection container

接收从轴承排脂口所排出润滑脂的容器。

4 一般要求

4.1 系统组成

智能润滑系统应包括以下基本组成部分：

- a) 润滑泵单元：包括电机、泵体、油箱等；
- b) 分配系统：包括递进分配器、单线分配器、管路附件等；
- c) 齿面润滑单元：包括润滑齿轮等；
- d) 旧脂收集单元：旧脂收集容器、接头附件等；

- e) 传感系统：包括压力、温度、油位、振动传感器等；
- f) 控制系统：包括 PLC 控制器、人机界面、通信模块等；
- g) 在线监测系统：包括油质传感器、磨损颗粒监测器等。

4.2 智能润滑系统

智能润滑系统控制流程见图1。

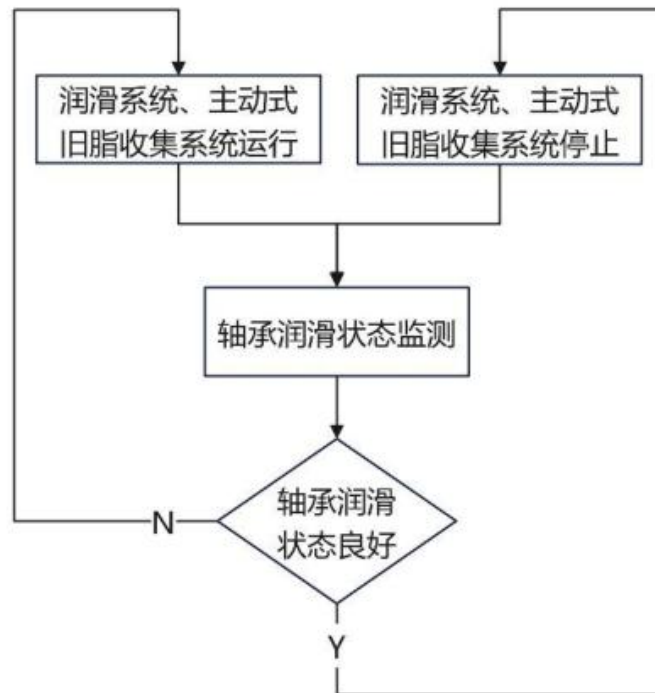


图1 智能润滑系统控制流程图

4.3 智能润滑系统总体要求

智能润滑系统应符合以下要求：

- a) 控制器预设润滑周期和注脂量，驱动润滑泵将润滑脂通过分配器输送至各润滑点；
- b) 传感器实时采集系统压力、流量、温度等参数，反馈至控制系统；
- c) 在线监测系统对润滑油状态进行实时分析，实现故障预警和预测性维护。

4.4 主要部件

4.4.1 润滑泵

- 4.4.1.1 润滑泵公称容积应满足客户使用要求；油箱应设置通气孔，通气孔应能防止杂质进入；加注口应有过滤装置，可拆卸，并易于清洗或更换；电气接插件位置应有标识。
- 4.4.1.2 润滑泵在最大工作压力的1.5倍下，应无零件损坏等异常现象。
- 4.4.1.3 在20℃~25℃的温度下，润滑泵流量偏差不应超过公称流量的±10%。
- 4.4.1.4 润滑泵应具备液位报警功能。

4.4.2 分配器

- 4.4.2.1 分配器可配置工作指示装置或传感器。
- 4.4.2.2 分配器出口接头应内置单向阀。
- 4.4.2.3 分配器各出口的最大输出压力不应小于20 MPa。
- 4.4.2.4 分配器出口排量偏差不应超过公称排量的±10%。

4.4.3 传感器

- 4.4.3.1 温度传感器的测量范围应覆盖风力发电机组润滑部位的实际工作温度范围，测量精度应达到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.4.3.2 压力传感器的测量范围应满足系统工作压力要求，测量精度应达到 $\pm 0.5\%FS$ （满量程）。
- 4.4.3.3 液位传感器应能准确测量油箱内润滑脂液位，液位测量误差应在 $\pm 5\text{ mm}$ 以内。
- 4.4.3.4 流量传感器应能精确测量润滑脂流量，流量测量精度应达到 $\pm 5\%$ 。
- 4.4.3.5 传感器的防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中相应环境条件的要求，且应具备良好的抗干扰能力。

4.4.4 控制器

- 4.4.4.1 控制器应具备数据采集、处理、存储和控制功能，能根据传感器采集的数据和预设的控制策略，准确控制润滑泵的启停、运行时间和供脂量。
- 4.4.4.2 控制器应具有良好的人机交互界面，可实时显示系统运行参数、状态信息及报警信息，操作应简便直观。
- 4.4.4.3 控制器应具备数据通信接口，支持与风力发电机组主控系统及远程监控中心的数据传输，通信协议应符合相关标准要求。
- 4.4.4.4 控制器应具备一定的抗电磁干扰能力，能在复杂电磁环境下稳定工作，应通过 GB/T 17626.2—2018、GB/T 17626.4—2018、GB/T 17626.5—2019 规定的相应抗扰度试验。

4.4.5 在线监控系统

- 4.4.5.1 油质传感器：监测粘度、介电常数、水分含量。
- 4.4.5.2 磨损颗粒监测：检测 $>100\ \mu\text{m}$ 金属颗粒。
- 4.4.5.3 数据输出：4 mA~20 mA 或数字接口。

5 技术要求

5.1 使用环境条件

系统应能在以下环境条件下正常运行：

- 工作环境温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ；
- 储存温度： $-50^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $\leq 100\%$ ；
- 防护等级：按 GB/T 4208—2007 中的要求，舱内 $\geq IP65$ ，舱外 $\geq IP67$ ；
- 防腐等级：陆上风力发电机组应满足 GB/T 30790.6—2014 中的 C3 高，海上风力发电机组应满足 GB/T 30790.6—2014 中的 C4 高；
- 振动条件：10 Hz~200 Hz，加速度 5 m/s^2 ；
- 海拔高度： $\leq 5000\text{ m}$ 。

5.2 性能指标

性能指标应按表1的规定进行。

表 1 性能指标

性能参数	性能指标
润滑量精度	$\pm 10\%$
压力保持能力	35 MPa下保持30 min，压降 $\leq 5\%$
清洁度等级	按照GB/T 14039的要求
噪声等级	舱内 $\leq 85\text{ dB (A)}$ ；舱外 $\leq 98\text{ dB (A)}$
电磁兼容性	按照GB/T 17626.2—2018中规定的3级要求
通信延迟	$\leq 100\text{ ms}$
平均无故障时间	$\geq 25000\text{ h}$

6 安全防护

- 6.1.1 应具备过压保护、过载保护、短路保护功能。
- 6.1.2 系统应有安全阀设置，防止压力超限。
- 6.1.3 润滑泵应有明显的旋转方向标识和安全警示标识。
- 6.1.4 润滑剂储存应符合防火防爆要求。

7 试验方法

7.1 使用环境适应性试验

7.1.1 温度试验

7.1.1.1 工作环境温度试验

运行环境温度应按照GB/T 29543的要求进行试验。

7.1.1.2 高温工作试验

7.1.1.2.1 试验设备：高低温试验箱（温度控制精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，温度均匀度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ）。

7.1.1.2.2 试验准备：将完整的智能润滑系统（含润滑泵单元、分配系统、传感系统、控制系统及在线监测系统）按实际安装方式固定在试验箱内，连接电源、数据采集线路及润滑脂管路（管路末端接模拟润滑点的密闭容器），确保系统处于正常工作状态。

7.1.1.2.3 试验步骤如下：

- a) 设定试验箱温度为 $+50^{\circ}\text{C}$ （工作温度上限），以不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至目标温度，保温4h，使系统温度达到稳定；
- b) 启动智能润滑系统，按预设程序运行完整润滑周期（至少3个周期），实时记录系统压力、流量、温度传感器数据及控制器运行状态；
- c) 试验结束后，以不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率降温至室温，检查系统外观是否有变形、开裂、密封失效等现象，重新启动系统验证各项功能是否正常。

7.1.1.3 低温工作试验

7.1.1.3.1 试验设备：见本文件7.1.1.1.1。

7.1.1.3.2 试验准备：见本文件7.1.1.1.2。

7.1.1.3.3 试验步骤如下：

- a) 设定试验箱温度为 -40°C （工作温度下限），以不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率降温至目标温度，保温4h，使系统温度达到稳定；
- b) 启动智能润滑系统，按预设程序运行完整润滑周期（至少3个周期），实时记录系统压力、流量、温度传感器数据及控制器运行状态；
- c) 试验结束后，以不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至室温，检查系统外观及功能是否正常。

7.1.2 存储温度试验

7.1.2.1 试验设备：见本文件7.1.1.1.1。

7.1.2.2 试验准备：将智能润滑系统断电，按实际包装状态（或裸机状态）放入试验箱内。

7.1.2.3 试验步骤如下：

- a) 先设定试验箱温度为 $+70^{\circ}\text{C}$ （储存温度上限），升温至目标温度后保温4h，再以不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率降温至 -50°C （储存温度下限），保温4h；
- b) 试验结束后，以不超过 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至室温，取出系统后静置2h，连接电源及管路，验证系统各项功能是否正常，检查外观是否有损坏。

7.1.3 相对湿度试验

7.1.3.1 试验设备：恒定湿热试验箱。

7.1.3.2 试验准备：见本文件7.1.1.1.2。

7.1.3.3 试验步骤如下：

T/CWDPA XXX—XXXX

- a) 设定试验箱温度为+40℃、相对湿度 100%，以不超过 5℃/min 的速率升温至目标温度，同时调节湿度至 100%，保温 48 h；
- b) 试验期间，每 12 h 启动智能润滑系统运行 1 个润滑周期，记录系统压力、流量及电气部件（控制器、传感器）工作状态；
- c) 试验结束后，取出系统，检查电气部件是否有凝露、短路现象，金属部件是否有锈蚀，启动系统验证功能是否正常。

7.1.4 防护试验

应按照GB/T 4208—2007的要求进行试验。

7.1.5 防腐试验

应按照GB/T 30790.6的要求进行试验。

7.1.6 振动试验

应按照GB/T 2423.10—2019中规定的方法进行试验：

- a) 严酷等级：频率 10 Hz~60 Hz，恒定振幅 0.35 m，扫频速率 1oct/min，X、Y、Z 每个方向试验时间不低于 5 h；
- b) 严酷等级：频率 60 Hz~150 Hz，恒定加速度 5 g，扫频速率 1oct/min，X、Y、Z 每个方向试验时间不低于 5 h。

7.1.7 海拔高度试验

在模拟高海拔环境中进行测试：

- a) 海拔高度：5000 m（相当于大气压 54 kPa）；
- b) 持续时间：24 h；
- c) 合格判定：系统电气性能稳定，无绝缘击穿。

7.2 性能指标试验

7.2.1 润滑量精度试验

应在20℃±5℃环境条件下：

- a) 测试点：选取 25%、50%、75%、100%额定流量四个点；
- b) 测量方法：用精密电子秤测量 1 min 出脂重量，重复 3 次取平均值；
- c) 合格标准：各点偏差均在±10%以内。

7.2.2 压力保持试验

应按以下要求进行试验：

- a) 试验压力：35 MPa；
- b) 持续时间：30 min；
- c) 压降测量：用 0.25 级压力表记录起始和结束压力；
- d) 合格标准：压降≤5%。

7.2.3 清洁度试验

应按照GB/T 14039的要求进行试验。

7.2.4 噪声试验

应按照GB/T 19052的要求进行试验。

7.2.5 电磁兼容性试验

7.2.5.1 静电放电抗扰度试验

应按照GB/T 17626.2—2018的规定进行试验。

7.2.5.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

应按照GB/T 17626.4—2018的规定进行试验。

7.2.5.3 浪涌（冲击）抗扰度试验

应按照GB/T 17626.5—2018的规定进行试验。

7.2.6 通信延迟试验

应按照GB/T 18759.1—2002中5.2.4的规定进行试验。

7.2.7 平均无故障时间试验

应按照GB/T 5080.7和GB/T 29309的规定进行试验。

8 检验规则

8.1.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式试验，型式试验和出厂检验项目见表2。

表2 检验项目

检验项目	出厂检验	型式试验
工作环境温度	—	√
存储温度	—	√
相对湿度	—	√
防护等级	—	√
防腐等级	—	√
振动试验	—	√
海拔高度	—	√
润滑油精度	√	√
压力保持能力	√	√
清洁度等级	—	√
噪声等级	—	√
电磁兼容性	—	√
通信延迟	—	√
平均无故障时间试验	—	√

注：“√”为检验项目，“—”为可不检验项目。

8.1.2 出厂检验

8.1.2.1 产品出厂前应逐台检验，由检验部门检查合格后方可出厂，出厂时应带有产品质量合格证。

8.1.2.2 出厂检验项目见表2。

8.1.3 型式试验

8.1.3.1 下列情况之一时，产品应进行型式试验：

- a) 新产品定型前；
- b) 正常生产后，如结构、材料、工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产后的定期检验，其周期为5年；
- d) 产品停产超过上述规定周期后再恢复生产时；
- e) 国家质量监督检验机构要求时。

8.1.3.2 型式试验按本文件第7章规定的试验方法进行全项目检验，抽样基数不少于100套，抽样数不少于3套。

8.1.3.3 型式试验时，在规定的检验项目中，有任一项检验不合格时，可对该不合格项目进行加倍复检，如复检仍不合格，则判该批产品为不合格。

8.1.4 组批与抽样

8.1.4.1 同一生产原料、同一生产线、同一生产工艺生产的产品为同一个批次。

8.1.4.2 对于出厂检验，应逐台进行检验。对于型式试验，从出厂检验合格的产品中随机抽取2台进行检验。

8.1.5 出厂检验判定规则

出厂检验项目全部合格，应判定为合格。有一项不合格，允许对不合格项返工或更换零部件后重新检验，重新检验仍不合格，应判定为不合格。

8.1.6 型式试验判定规则

型式试验项目全部合格，应判定为合格。有一项不合格，应判定为不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 产品标志

产品的铭牌上应有以下内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 制造厂地址；
- c) 产品名称、型号；
- d) 出厂编号或出厂日期；
- e) 主要技术参数；
- f) 执行标准代号。

9.1.2 包装标志

每台产品的外包装箱上应有下列标志：

- a) 制造厂名称和厂址；
- b) 产品名称；
- c) 件数和质量；
- d) 体积（长×宽×高）；
- e) 生产日期；
- f) 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 包装

9.2.1 产品的包装应符合 GB/T 13384 的规定，并按 GB/T 191 的规定做好包装储运图示标识。

9.2.2 产品在包装箱内应可靠固定，并做好防水和防潮保护。

9.2.3 产品出厂时，应随机包括出厂检验报告、产品合格证、产品装箱单、产品使用说明书。

9.3 运输

9.3.1 装卸时，应小心轻放、不得倒置，外包装箱上应有“小心轻放、不得倒置”的标识。

9.3.2 装卸和运输前，应封闭所有开放的管路，避免和其他物品发生碰撞。

9.4 贮存

包装好的产品应贮存在-40℃~+55℃，相对湿度不大于80%的室内。产品存储区域不应有腐蚀性、火灾及爆炸性物质。产品长期存放时，应按制造厂的说明书进行维护。

参 考 文 献

- [1] GB/T 7939 液压软管总成试验方法
 - [2] GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验试验
 - [3] GB/T 13306 标牌
 - [4] JB/T 7858 液压件清洁度评定方法及液压件清洁度指标
-